

Электромагнитная система управления газораспределением двигателей тепловозов

М.А. Осадчук, А.А. Свечников

Самарский государственный университет путей сообщения, Самара, Россия

Обоснование. На всех существующих в России тепловозах газораспределение производится клапанами, управляемыми распределительным валом. При данной системе фазы газораспределения остаются постоянными при любых мощностях двигателя, что приводит к повышенному расходу топлива [1–3].

Цель — подобрать подходящую для тепловоза систему газораспределения.

Методы. Моделирование, сравнение, анализ полученных результатов.

В ходе работы изучались системы «VVT-i», «VVTL-i», «Valvetronic» и клапаны с электромагнитным приводом. У каждой системы выделялись достоинства и недостатки.

Система «VVT-i» позволяет сдвигать фазы газораспределения, не меняя их продолжительности, снижает расход топлива и, соответственно, уменьшает на 40 % количество NO_x , выбрасываемого двигателем. Система «VVTL-i» обладает теми же достоинствами, что и «VVT-i», но кроме того она способна изменять высоту опускания клапанов. Система «Valvetronic» увеличивает на 10 % КПД двигателя, на 18 % снижает расход топлива в режиме холостого хода и на 10 % — в остальных режимах. Применение первых двух систем на тепловозах невозможно, т. к. они срабатывают при более чем 6000 об/мин, а система «Valvetronic» массивная и дорогая. Поэтому на тепловозах возможно установить электромагнитную систему управления клапанами ГРМ, которая обеспечивает изменение продолжительности фаз и величины опускания клапанов, позволяет отключать часть цилиндров или переводить их на малую нагрузку, чтобы остальные работали более эффективно, уменьшает массу двигателя на 30 % за счет исключения распределительного вала и передачи между ним и коленчатым валом.

Эскиз клапана с электромагнитным приводом представлен на рис. 1. В качестве прототипа было взято изобретение из патента РФ № 2554256, МПК F01L9/04, опубл. 27.06.2015, автор: Колокольников И.Е. «Электромагнитная система управления клапанами механизма газораспределения двигателя внутреннего сгорания», Бюл. №18 [4].

В начальной позиции (рис. 1) электромагнит 6 не подключен к току, при этом газовый канал 7 закрыт посредством тарелки 8 клапана. Дисковый якорь 4 плотно удерживаются пружиной 5, сжимая пружину 2 через дисковую пластину 3. Когда подключается ток нижнего электромагнита, дисковый якорь 4,

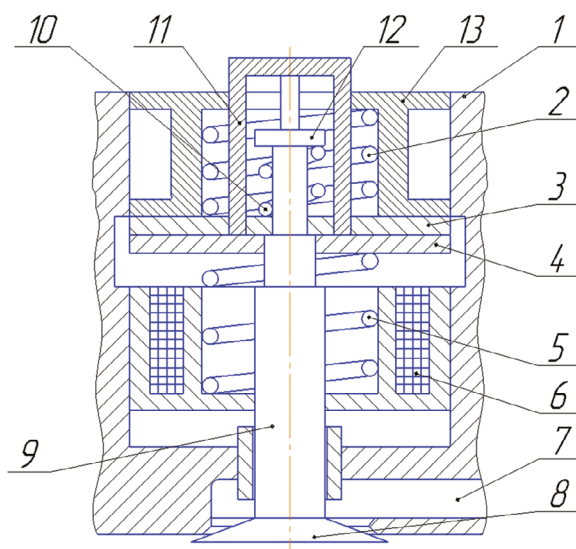


Рис. 1. Электромагнитная система управления клапанами механизма газораспределения ДВС: 1 — корпус; 2 — пружина; 3 — металлическая пластина; 4 — дисковый якорь; 5 — пружина; 6 — обмотка нижнего электромагнита; 7 — газовый канал; 8 — тарелка клапана; 9 — ножка клапана; 10 — пружина; 11 — взводная вилка; 12 — упор; 13 — корпус

под воздействием магнитного поля нижнего электромагнита и под воздействием силы давления от пружины 2, передающейся на него через пластину 3, притягивается к нижнему электромагниту. Тарелка 8 клапана открывает газовый канал. Дисковая пластина 3 служит для уменьшения времени закрытия клапана, так как если ее исключить из конструкции и оставить только якорь 4, то якорю 4 при отключении нижнего электромагнита, к которому он притягивается, до упора в корпус 13 придется пройти большее расстояние, чем в случае наличия пластины 3. А так как при наличии пластины 3 и без нее на якорь 4 при его подъеме действуют одни и те же силы, его скорость при подъеме будет одинаковой в обоих случаях. А так как скорость в обоих случаях одинакова, а расстояние, проходимое якорем 4, разное, закроется клапан быстрее при меньшем расстоянии.

Предлагаемая электромагнитная система управления клапанами механизма газораспределения ДВС позволит избежать потерь на трение при передаче вращающего момента с кулачкового на распределительный вал, позволяет удешевить систему управления клапанами на 15 %, уменьшить массу системы на 5 %, уменьшить потребление электроэнергии на 50 %.

В программе «Дизель-РК» были проведены расчеты по подбору оптимальных углов открытия и закрытия клапанов для тепловоза ТЭП70 БС и найден удельный расход топлива на 1, 3, 5, 6, 7, 9, 11, 12, 13, 15 положениях контроллера машиниста. Затем было выполнено сравнение удельного расхода топлива при подобранных и стандартных углах закрытия и открытия клапанов.

Результаты. В результате исследования выяснилось, что удельный расход топлива на различных позициях контроллера машиниста при подобранных углах открытия и закрытия клапанов не изменился.

Вывод. Так как одним изменением фаз газораспределения добиться снижения расхода топлива не удалось, то при дальнейшей работе над данной системой планируется изменять не только углы открытия и закрытия клапанов, но и углы опережения подачи топлива [5].

Ключевые слова: газораспределительный механизм; системы газораспределения; электромагнитный клапан.

Список литературы

1. Никифоров А.П., Бердников А.А., Кожухов О.В. Управление фазами газораспределения двигателя // Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе. 2014. Т. 1. С. 162–164.
2. Грачев В.В., Солобоев Л.В. Повышение экологической безопасности дизеля за счет управления фазами газораспределения на частичных нагрузочных режимах работы // Вестник МАНЭБ. 2006. Т. 11, № 6. С. 36–40.
3. Карышев Ю.Д., Свечников А.А. Исследование влияния параметров дизеля на его экономические и экологические показатели // Вестник транспорта Поволжья. 2016. № 1. С. 79–83.
4. Патент РФ № 2554256 С1 /27.06.2015. МПК F01L 9/04. Колокольников И.Е. Электромагнитная система управления клапанами механизма газораспределения двигателя внутреннего сгорания (варианты).
5. Свечников А.А. Снижение удельного расхода топлива маневровыми тепловозами путем оптимизации параметров дизельной установки // Вестник транспорта Поволжья. 2021. № 3. С. 68–73.

Сведения об авторах:

Марина Александровна Осадчук — студентка, группа ПС-91, институт ТСПС; Самарский государственный университет путей сообщения, Самара, Россия. E-mail: marina.osadchuk.2001@mail.ru

Александр Александрович Свечников — научный руководитель, кандидат технических наук, доцент кафедры «Тяговый подвижной состав»; Самарский государственный университет путей сообщения, Самара, Россия. E-mail: alexzander751@mail.ru